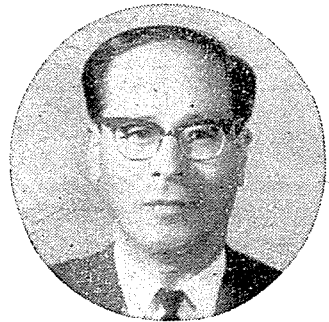


賦存資源開發과 韓國의 우라늄

放射性 同位元素 우라늄
 科學·醫學·農業에 利用
 토륨(Th) 埋藏量 豊富



大韓鑛山地質學會長 金 玉 準 博士

1. 序 言

1976年度 朴正熙大統領의 商工部年頭巡視에 國內에서 우라늄(U)과 토륨(Th) 資源이 豊富하다는 것이 報告된後 國內 各 新聞紙上에 크게 報道되면서 國民의 큰 關心을 끌게 된것은 아직도 우리의 記憶에 새롭다.

이 뉴스 自體는 별로 새로운 것이 아니다. 왜냐하면 國內의 U이나 Th 資源調査는 이미 오래前 부터 進行되고 있었으므로 專門家들은 다 알고 있다는 事實이기 때문이다. 그러나 特히 U은 原子力時代의 가장 基本的인 原資材이며, 原子彈과 그 平和的 利用으로서 發電 그리고 放射性同位元素로 特히 科學 醫學 農業方面에의 利用은 이루 헤아릴수 없어 오늘날 人類에게 가장 重要한 資源임에 틀림 없다.

U은 1789年 H.M. Klaproth에 依하여 發見되었고 1842年에 E. Peligot는 처음으로 金屬 U를 實驗室에서 만들었다.

1898年 Mwe wrie가 우라늄鑛石에 Radium이 含有되어 있는 것을 發見한 後로는 우라늄鑛의 探查는 主로 Ra를 얻는데 目的이 있었는 것이고 이는 第2次 大戰前까지 繼續되었던 것이다.

그러나 U가 참으로 脚光을 받게된 것은 1939年 Hahm과 Shassman이 우라늄이 核分裂을 일으킴을 發見하였고 이에 이어 各國에서 이 實

驗을 하기 始作한 뒤였다. 우라늄이 核分裂을 連鎖的으로 일으키며 莫大한 에너지를 放出한다는 것이 1942年 12月 2日 Chicago大學에서 有名한 科學者 Fermi等에 依하여 알려지게 된 後부터 이고 이로서 原子彈을 만들게 되고 太平洋戰爭도 끝나게 되었는 것이다. 이 核分裂은 連鎖反應(chain reaction)을 일으키며 이에 따라 無限의 에너지를 放出하며 이 熱放出이 原子彈製造의 根本이 되었고 또 發電에 利用되기에 이른 것이다. 또한 同時に 生成되는 放射性元素들은 여러 科學, 醫學, 農業, 工業分野 등에 많이 利用하기에 이른 것이다.

2. 우라늄의 產出狀態와 利用

U가 地殼을 構成하고 있는 火成岩 中에 自然的으로 分布하는 狀況을 보면 다음과 같으며 그리 稀貴한 것도 貴重한 것도 아니다.

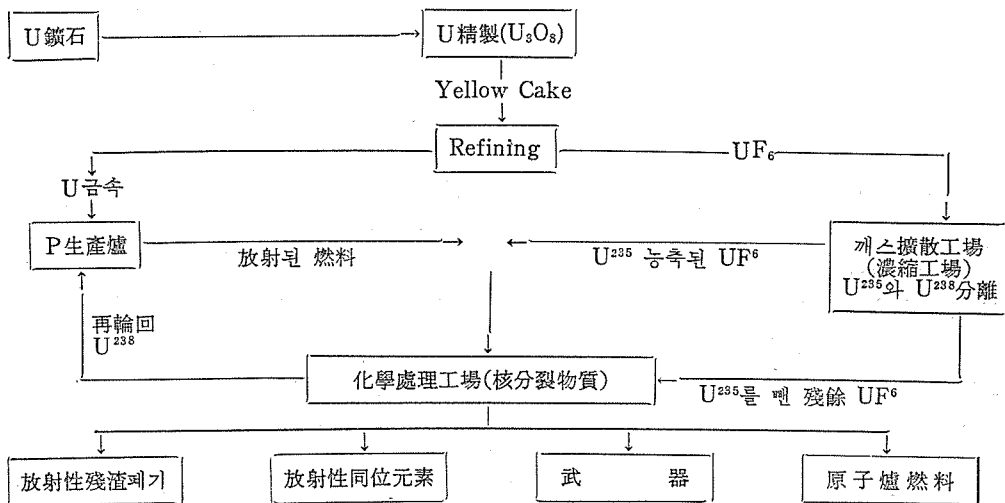
元素 gr/ton	元素 gr/ton	元素 gr/ton
金 (Au) 0.005	蒼鉛 (Bi) 0.20	비 소 (As) 5.0
銀 (Ag) 0.10	카드뮴 (Cd) 0.50	질소늄 (Zr) 40.0
水銀 (Hg) 0.50	토륨 (Th) 11.50	우라늄 (U) 4.0

U는 普通 우리에게 잘 알려진 金, 銀, 水銀, 蒼鉛 보다 많이 分布하며 비소 보다 약간 적은 程度이다. 알려진 바에 依하면 地殼 20km 깊이까지의 岩石中에는 U 含有量이 約 0.004%로

推測되고 그下部 맨틀에도 이것보다 少量이지만亦是 含有되고 있으며 이 같이 含有된 우라늄이 붕괴 하므로써 發散하는 熱이 蓄積되어 地熱의 根源을 이루고 또 境遇에 따라서는 地殼變動의 原動力이 되기도 하고 있다.

自然에서 產出되는 U는 세가지 同位元素로 構成되어 있다. 即 U^{238} , U^{235} 와 U^{234} 의 3種인데 自然에서 產出되는 U中 이들의 構成 比는 U^{238} 이 99.28% U^{235} 가 0.71% 그리고 U^{234} 가 0.00

5%(거의 痕跡)이다. 그런데 核分裂을 일으키는 것은 U^{235} 임으로 自然 U를 核燃料로 使用하기 爲해서는 自然 鑛石中에 0.71%밖에 없는 U^{235} 를 濃縮시켜서 原子爐의 燃料로 使用하여야 한다. 또한 爐에서 U^{238} 이 neutron과 作用하여 生産되는 P^{239} 는 核分裂을 일으키므로 原子彈의 製造에 利用될 것이고 增殖爐에서는 다시 燃料로 使用될 것이다. 이 課程은 매우 複雜하나 간추려 보면 다음과 같다.



우리나라에는 아직까지 위와 같은 U精製濃縮工場이 있는지 與否는 筆者는 알지 못하나 爐燃料은 아직까지 輸入에 依存하고 있는줄 안다.

Th^{232} 는 U^{238} 과 마찬가지로 直接 普通 原子爐의 燃料로서는 使用안된다. 그러나 特殊爐에 使用하면 Th^{232} 는 U^{233} 으로 轉換되며 이것은 核分裂을 일으키므로 原子爐의 燃料로서 重要하며 이미 英國 印度 等에서는 實用段階에 이르고 있는줄 안다. Th 는 地殼中에 U의 3倍인 0.012% 含有되어 있고 그 原鑛은 모나자이트인데 國內에는 相當량이 埋藏되어 있으므로 重要的 資源의 하나라고 할수 있다.

3. 우라늄鑛床

지금까지 알려진 바에 依하면 U含有 鑛物은 150種以上 알려져 있고 U鑛物만도 50餘種이 알

려져 있으나 가장 重要的 經濟的 價値가 있는 鑛物은 그다지 많지 않다. 閃우라늄 閃碲부렌드, 카아노타이트, 磷灰우라늄, 코피나이트, 鈦야르나이트 등이 가장 重要하며 前 2者는 初生鑛物이고 後者들은 二次 生成鑛物인데 우리나라에서는 瀝靑우라늄, 磷頁우라늄, 카노타이트系의 產出이 알려져 있다.

全世界를 通하여 現在 알려져 있는 U鑛床은 (1) 火成岩이나 變成岩中에 賦存하는 初生鑛脈鑛床 (2) 페그마타이트鑛床 (3) 水成岩中에 賦存하는 後生鑛床 (4) 砂鑛等의 4種類로 크게 區別된다.

20世紀 初에는 Ra의 原鑛으로서 U鑛石을 찾지 始作하였고 1920年代 中盤까지는 美國이 Ra의 主產地였다.

1913年 Congo의 Katanga에서 優秀한 鑛山이 發見된 後 10年지나서는 여기서 產出되는 鑛

石이 모든 市場을 支配하게 되었고 繼續하여, 1930년에는 Canada의 Bear Lake에서 큰 鑛山이 發見되어 이 兩國이 第2次 世界大戰까지는 Ra의 主産國이었고 U는 거의 利用되지 않았었다. 大戰中에는 全적으로 原子彈의 製造原料로 크게 脚光을 받게되고 1940年以後는 原子力의 平和利用의 길이 열리게 됨에 이르러 美國을 爲始하여 世界各地에서 U鑛床의 探査와 開發이 國家의 庇護下에 活潑하게 이루어졌다.

1940年代末에서 1950年初에 걸쳐 美國 中西部

U 生産量(ton)

종류		년도		
		69	70	71
美 國	鑛 石	5,904,000	6,324,000	6,279,000
	U ₃ O ₈ 舍 量	12,281	12,768	12,907
世 界	U ₃ O ₈ 舍 量	23,083	23,858	24,582

世界 U(U₃O₈) 埋藏量(ton)

나	라	매 장 량
알	헨 티 나	10,000
호	주	100,000
카	나 다	232,000
중	앙 아 프 리 카	10,400
불	란 서	45,000
가	봉	13,500
일	본	2,700
나	이 저	20,000
폴	루 갈	9,600
남	아 프 리 카	300,000
스	페 인	11,000
미	국	273,000
유	고 스 라 비 아	1,300
기	타	6,100
계		1,040,600

의 U探鑛熱은 大端하여 많은 探鑛家들이 “가이 거 카운터”를 가지고 調査한 結果 많은 U鑛床이 콜로라도—유우타—애리조나—뉴우멕시코 州에 걸친 地方에서 發見되었고 계속하여 여러나라에서 發見되었으며 그중 가장 刮目할만한 것은 캐나다, 南아프리카 및 濠洲의 高品位 乃至 큰 埋藏量을 갖인 U鑛床이 發見된 것이다. 이와 같이하여 最近에 알려진 世界의 U生産량과 埋藏量은 大略 다음表와 같이 推定되고 있다.

美國의 原鑛 生産량과 U₃O₈ 舍量으로 볼때 그 原鑛品位는 위의 表에서 計算되는 바와 같이 大略 U₃O₈ 0.2%이다. 또한 世界의 U埋藏量도 現在는 위의 表보다 增加된 것으로 알고 있다.

4. 韓國의 우라늄 資源

우리나라에 있어서의 U探鑛은 1950年代 後半부터 始作되었다. 當時의 世界趨勢의 影響을 받아 카본·신틸레이터(Carbone Seintillator)를 利用하여 產出可能 地域을 두루 살폈었다.

그後 一時 中斷되었다가 1960年末에서 1970年代初에 걸쳐 再次 調査에 着手하였고 沃川地方 斜帶內에 位置한 槐山地域에서는 試錐探鑛까지 하게 되었던 것이다. 이와 같이 하여 探査된 韓國의 U鑛床은 다음과 같이 類別된다고 본다.

(1) 初生鑛床

1960年頃에 江原道 三陟郡 鐵岩邑 鈿店附近에서 閃우란鑛을 發見하였으나 그 規模가 너무 적어서 그대로 放置되었다.

(2) 페그마타이트 鑛床

國內의 페그마타이트에는 U의 2次鑛物인 燐灰우란鑛과 투야모나이트 등을 包含하는 것이 많으며 各地에 分布되고 있음이 알려졌다. 그러나 아직까지 經濟的稼得價値가 있다고 判斷된것 換言하면 高品位이고 規模가 큰 것은 알려져 있지 않다. 江原道 鐵原郡下의 芝浦里附近의 페그마타이트 中에는 閃우란鑛 사말스카이트 유크세나이트 등 初生鑛物이 含有되어 있으나 亦是 經濟的 價値가 없는 것으로 判定된줄 안다.

(3) 水成岩中에 賦存하는 後生鑛床

이에 屬하는 鑛床은 여러 種類로 細分되는데 國內에서 알려진 것은 炭質水成岩 卽 黑色세일 中이나 石炭中에 隨伴되는 U 鑛床이다. 前般發表된 것은 忠南 公州에서 忠北 槐山에 걸친 地域에서 發見된 것이며 公州附近에는 鱗狀黑鉛中에 U이 含有되어 있고 槐山附近의 것은 不純炭質粘板岩中에 含有되어 있다.

國立 地質研究所에서 發表한 바에 依하면 그 埋藏量과 平均品位는 다음 表와 같다.

地	域	埋藏量 (ton)	品位 (U ₃ O ₈ %)	U ₃ O ₈ 含量 (ton)
槐山	地區	4,900,000	0.045	2,205
大田	地區	1,700,000	0.054	918

위의 U鑛은 V를 相當히 多量包含하고 있어 이를 副產物로 回收하여 鐵合金에 利用될 수도 있을 것이다.

또한 同所에서 只今까지 試錐하여 確認된 모나자이트의 埋藏量은 170,000ton이고 中 Th 含量은 大體로 4~8%로 變하고 있다. 萬一 8%로 본다면 Th量은 約 13,000ton이 되고 이 數量은 앞으로 調査에 따라 倍加 또는 3倍以上으로 늘어날 것이 豫想되고 있다.

오늘날 U鑛石의 經濟品位는 U₃O₈ 0.2% 基準이나 最低 0.1%까지로 본다.

따라서 國內鑛石品位는 0.004~0.005%이므로 아직까지 經濟的 價値는 없다고 볼수 있다.

그러나 이를 容易하게 抽出하는 方法이 研究되던 利用할수 있게 될 것이다. 現在 樹立되고 있는 國內 原子力 發電計劃에 依하면 2000년에는 25,000M Watt며 이는 全 發電量의 52%에 該當되는 것으로 알려져 있다.

原子力研究所의 金鍾洙博士에 依하면 이에 所要되는 U₃O₈의 量은 9,505ton이라고 하니 現在 알려진 國內 U₃O₈量의 3배가 될 것이다.

따라서 앞으로는 國內埋藏이 豊富한 Th를 使用하도록 特히 配慮되어야 할줄 안다.

Th의 原鑛인 모나자이트는 砂鑛으로서 產出되는데 國內에는 그 埋藏量이 많으며 東海岸에

서는 高城에서 三陟에 이르는 海邊에 많고 西部에서는 慶尙南北道와 全羅南北道 一部를 除外한 거의 모든 河川流域에 埋藏되고 있는데 中 가장 有名한 地域이 天安-笠場, 地域 美湖川流域 插橋川流域 金堤, 庇仁地域 寶城江流域과 京畿 廣州의 灘川流域 等이다.

5. 建議 및 要望事項

위에서 現在까지 알려진 國內의 原子力資源인 U과 Th에 對하여 略述하였다. 여기서 뚜렷한 結論은 Th資源이 U보다 品質도 良好하고 量도 많다는 點이다. 또한 經濟的인 價値面에서도 Th이 越等하다. 이같은 點을 考慮한다면 우리나라에서는 原子力資源으로서 Th을 利用하는 方向으로 이끌어 가야만 한다고 본다.

Th의 原鑛인 모나차이트는 砂鑛으로 賦存하며 南韓에 많이 埋藏되어 있으며 이는 單獨으로 있는 것이 아니고 量의 差는 있지만 恒常 질콘, 砂鐵, 柘榴石과 같은 有用鑛物을 隨伴한다. 모나자이트는 Th以外에 Ce, Y, La等 元素를 含有하고 있으므로 化學處理를 하면 이들 酸化물을 容易하게 精製할 수 있으며 이들은 市場性도 꽤 높은줄 안다. 또 모나자이트 등의 砂鑛(重砂鑛)은 砂金이 恒常 隨伴되므로 砂金の 開發은

自然적으로 Th 등의 砂鑛開發을 兼하게 된다.

이들 砂金과 重砂鑛은 現河川이나 周邊田畝에 있거나 海邊가에 賦存되어 있다. 現在 國土開發과 食穀增産이 重要視되고 있는 까닭에 農地와 山林保護와 河川開發利用에 關한 여러 法令이 鑛業法보다 優先하는 關係로 直轄河川에서는 鑛權이 認定안되고 絶對農地地域에서도 鑛業行爲가 認定되지 않코 있다. 오늘날 砂金船(dredge)이 改良되고 小型이면서 能率的인 것이 있어서 이를 利用하면 河川의 水路를 變更하거나 堤坊을 붕괴시키거나 또는 漢江流域에서 보는 것과 같이 起伏있는 採掘跡을 남기지 않고도 原形대로 復舊하면서 作業을 끝낼수 있다. 絶對農地라 하여도 砂金船作業은 砂鑛賦存全地域을 長期間에 걸쳐 一時에 뒤엎는 것이 아니고 每年 作業分의 農地만큼 復舊하여 가면서 作業하게 되므로 約 1萬坪程度の 農地가 1年乃至 2年만 耕作이 不可能하게 될 뿐이다. 이 農土에서 얻어지는 農作物收穫高와 採掘된 原子力鑛物과 砂金生産高를 比較하면 하늘과 땅의 差가 있을뿐 아니라 後者에 의하여 國力培養이 크게 달성된다는 點을 強調하면서 鑛業外 人士들도 理解하

여 주었으면 하는 마음 간절하다.

흔히들 말하기를 砂鑛權者들 때문에 國土建設을 爲한 砂鑛採取에 어려움을 겪었거나 代金を 支拂하였다고 하며 이 때문에 河川法이 鑛業法에 優先하는 立法措置가 取하여 진 것이라 한다 勿論 無知한 鑛權者가 없었던 것은 아니다. 그러나 鑛業法에 明確히 “公益에 害를 끼칠때는 鑛業權을 取消할 수 있다”로 되어 있으니 위와 같은 事例가 있었을때 이를 取消않았든 것이 잘못이 었을 망정, 그로 因하여 貴重한 地下資源을 死藏시키는 方向으로 이끌었다는 것은 言不成說이다. 큰 反省이 있어야 할줄 안다. 따라서 筆者는 다음과 같이 建議하고 저 한다.

- 1) U鑛 探查는 繼續 積極推進되어야 하며 Th鑛은 試錐探查를 繼續하여야 한다.
- 2) 重砂鑛과 砂金은 함께 賦存되며 이들의 開發을 爲하여서는 毀損없는 保障下에 河川에서의 作業과 1~2年內에 復舊하는 條件下에 絶對農地內에서도 作業이 許用되어야 한다.
- 3) 모나자이트의 精製化學處理工場이 하루 速히 建設되어야 한다. 이를 爲하여서는 2)項의 件이 먼저 解決되어야 한다.

＝投稿案内＝

과 학 과 기 술

＝論 壇＝

- 가. 學術研究論壇：産業發展에 寄與할 수 있는 國內外的 最新 科學技術
- 나. 學術情報：새로운 海外的 科學技術 정보 紹介

＝固 定 欄＝

- 가. 科學春秋：生活周邊에서 일어나는 여러가지 事例中 科學技術的인 側面에서 指導 및 改善이 必要한 內容을 骨子로 한 것.
- 나. 내가본 世界第一：筆者가 경험한 가운데 가장 理想的인 施設 및 運營方法 또는 존경할만한 人物의 研究態度 및 生活哲學의 紹介

＝原 稿 枚 數＝

- 가. 論壇기타 原稿：25枚內外(200字 원고지)
- 나. 科學春秋：6枚內外(200字 원고지)
- 다. 내가본 世界第一：13枚內外(對象施設 및 人物의 스케치)
- 라. 寫眞：1枚(명함판)

＝其 他＝

外來語表記는 文敎部에서 指定한 표기법을 使用하고 도량형은 政府가 지정한 도량형인 미터法으로 표기해야 함.